

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ЖИВОТНОВОДСТВА

Сорокин М. С.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Проведен анализ современных технических устройств для создания генераторов работающих в импульсном режиме КВЧ диапазона.

Постановка проблемы. Биологическое действие ЭМИ связано с использованием высокостабильных по частоте генераторов, работающих в импульсном режиме. Применяемые в настоящее время в медицине и промышленности источники электромагнитного излучения работают в диапазоне частот 20...80 ГГц, но обладают высокой относительной нестабильностью выходной частоты $10^{-3} \dots 10^{-4}$, высокой погрешностью установки несущей частоты 30...900 МГц, низкой монохроматичностью сигнала, малой выходной мощностью 2...5 мВт и поэтому не могут быть использованы для воздействия на микробиологические объекты животноводства [1,2].

Импульсные генераторы в диапазоне частот 10...100 ГГц находят широкое применение в современных радиоэлектронных системах различного назначения: в системах радиолокации, навигации, управления, в аппаратуре научного назначения.

Эти генераторы характеризуются большими уровнями импульсной мощности (десятки кВт), высоким быстродействием, специальной формой выходных сигналов [3,4].

Анализ предыдущих исследований. В настоящее время разработаны и выпускаются промышленностью электровакуумные и полупроводниковые импульсные приборы. Основными критериями при выборе того или иного источника мощности импульсных колебаний мм диапазона являются: энергопотребление, габаритно-массовые характеристики, области применения, а также их стоимость, которая может составлять для электровакуумных приборов десятки тысяч долларов США.

Для исследования воздействия информационных импульсных колебаний на микрообъекты животноводства требуются малогабаритные, с малым потреблением энергии, импульсные источники мощности. Такие источники могут быть созданы на основе полупроводниковых приборов.

При создании импульсных полупроводниковых генераторов мм диапазона волн необходимо учитывать ряд принципиальных особенностей, определяющих пути их построения:

- нестационарность теплового режима диода в пределах длительности импульса;
- работу диода при высоких плотностях импульсного тока питания;
- значительное возрастание омических потерь в высокочастотных цепях генератора, соизмеримых с величиной модуля отрицательного сопротивления диодов в режиме большого сигнала.

Импульсные генераторы мм диапазона волн могут быть созданы на основе волноводных резонансных систем, характерных для непрерывного режима [5]. Из волноводных резонансных систем наиболее приемлемыми для создания импульсных генераторов могут быть волноводно-штыревой и радиально-волноводный резонаторы.

Из-за надежности работы, простоте конструкции, широкого диапазона перестройки по частоте предпочтение следует отдать волноводно-штыревому резонатору.

Характеристики импульсных полупроводниковых приборов приведены в табл. 1.

Основная часть. Как видно из табл. 1, наиболее мощными полупроводниковыми приборами являются кремневые ЛПД.

Таблица 1 – Полупроводниковые импульсные диоды

Тип диода	Частота, ГГц	Мощность выходная, Вт
3 А 750 А, Б, В, Г (ЛПД)	8...12	10...25
2 А 752 А, Б, В, Г (ЛПД)	70...80	3...6
3 А 760 А-4, Б-4 (ЛПД)	35...37	15...20
2 А 765 А-4 (ЛПД)	50...58	10
2 А 766 А-4 (ЛПД)	96...100	2...3
2 А 766 Н-4 (ЛПД)	96...100	≥ 10
3 А 727 А, Б, В, Г (ДГ)	35...55	0,5 – 0,8
3 А 740 А (ДГ)	80...100	0,05 – 0,15

Эксплуатационные характеристики генератора на ЛПД (выходная мощность, частота, КПД, диапазон перестройки, качество спектра, надежность, уровень шумов), а также режим работы зависят не только от параметров ЛПД, но в значительной мере от типа резонансной системы.

Из-за неоднородности полупроводникового материала выпускаемые и разрабатываемые ЛПД имеют большой разброс основных параметров, а следовательно, и комплексного сопротивления. В связи с чем непосредственные измерения комплексного сопротивления диода приобретают важное значение.

В миллиметровом диапазоне волн наибольшее распространение получили волноводные резонансные системы, т.к. в этом диапазоне их добротность выше, чем у коаксиальных и полосковых систем.

Кроме того, в волноводных резонансных системах проще осуществлять механическую перестройку частоты и теплоотвод. Для расчета электродинамических систем импульсных генераторов следует использовать метод эквивалентных схем по методике, изложенной в [6].

Методы эквивалентных схем обладают рядом преимуществ по сравнению со строгими электродинамическими методами, в частности, возможностью качественно судить о характере частотных характеристик, получить более простые выражения для инженерных расчетов резонансных систем.

Важной особенностью импульсного режима генераторов на ЛПД, которую необходимо учитывать при разработке, является изменение генерируемой частоты в пределах радиоимпульса, что приводит к частотной модуляции выходного сигнала. Для генераторов на ЛПД в импульсном режиме целесообразен режим коротких импульсов тока питания, т.к. ЛПД характеризуются малой величиной тепловой временной постоянной и быстро разогреваются.

Такой режим позволяет обеспечить тепловой режим диода и повысить значения плотности тока в несколько раз по сравнению с работой в непрерывном режиме.

Строгое решение нестационарных тепловых задач является математически весьма сложным. Для ряда упрощенных моделей в литературе получены аналитические зависимости температуры активного участка ЛПД от времени [7].

Однако, эти зависимости для строго количественных оценок непригодны, т.к. в них не учтен такой существенный фактор, как изменение теплопроводности материалов с изменением температуры в рабочем интервале 300...500 К, которое весьма значительно. Кратковременный разогрев диода до температуры 300...500 приводит к резкой температурной зависимости импеданса диода и вызывает смещение генерируемой частоты импульсного генератора до 5 % и изменение его выходной мощности до 2 дБ.

Поэтому, расчет теплового режима импульсного генератора на ЛПД необходим для оценки его предельных возможностей по мощности, частоте и спектру выходного сигнала.

При разработке генераторов на ЛПД в импульсном режиме также следует учитывать фазовые искажения спектра, возникающие при длительностях импульса, больших или соизмеримых со временем тепловой релаксации диода.

Выводы. Таким образом, на основе вышесказанного можно сделать вывод, что для разработки электромагнитной технологии, связанной с воздействием импульсного информационного ЭМП на сперматозоиды животных при их консервации, необходимы разработка и создание импульсных генераторов на полупроводниковых приборах с волноводно-штыревой и радиально-волноводной резонансной системой.

Данные генераторы будут удовлетворять как по экономическим показателям так и по показателям качества воздействия на микробиологический объект.

Список используемой литературы

1. Каталог радиоизмерительных приборов 1991-1994 гг. – М.: НИИСПР, 1995. – 386 с.
2. Звершховский И. В. Миллиметровые волны тепловой интенсивности в медицине / И. В. Звершховский // Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. (Промышленность, АПК, медицина, фармация). – Одесса: ОКФА, 2000. – С. 159 – 164.
3. Petillo J. The Michelle threc-deminsionel electron gun and collecton mode lingtool: theoty and desing / J.Petillo, K. Eppley, D. Panagas // IEEE Trans. on Plasmer Science, 2002. – Vol. 30, №6. – PP. 1238 – 1261.
4. Корнеенков В. К. Генераторы дифракционного излучения непрерывного и импульсного действия / В. К. Корнеенков, В. С. Мирошниченко, Б. К. Скрынник // Радиофизика и электроника. – Харьков: Ин-т радиофизики и электроники НАН Украины, 1998. – Т.3, №1. – С. 67 – 70.
5. Коцержинский Б. А. Импульсные генераторы миллиметрового диапазона волн на лавинно-пролетных диодах / Б. А. Коцержинский, В. П. Тараненко, В. А. Трапезон // Известия вузов СССР, 1982. – Т. XX, №10. – С.56-64.
6. Левченко М. С. Определение параметров корпуса ЛПД на СВЧ / М. С. Левченко, В. М. Хахалкин // Труды учебных институтов связи. – Л.: ЛЭИС, 1976. Вып. 81. – С. 107 – 109.
7. Коваленко В. Ф. Введение в электронику сверхвысоких частот / В. Ф. Коваленко – М.: Сов. Радио, 1955. – 344 с.

Анотація

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ВПЛИВУ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ ТВАРИННИЦТВА

Сорокін М. С.

Проведено аналіз сучасних технічних засобів для створення генераторів працюючих в імпульсному режимі КВЧ діапазону.

Abstract

THE ANALYSIS OF TECHNICAL DEVICES OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FOR IMPACT ON MICROBIOLOGICAL OBJECTS OF ANIMAL HUSBANDRY

M. Sorokin

The analysis modern technical devices for creation of generators working in the range EHF pulse mode is carried out.